



**МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ  
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ ТА  
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ**

## **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

*IV Всеукраїнської  
науково-практичної конференції  
викладачів та фахівців-практиків*

### **ОХОРОНА ПРАЦІ: ОСВІТА І ПРАКТИКА**

та  
*XIV Всеукраїнської  
науково-практичної конференції  
курсантів, студентів, аспірантів та  
ад'юнктів*

### **ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

*Львів – 2024*

<b>Голова:</b>	<b>ПОПОВИЧ Василь</b> – т.в.о. проректора з науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (ЛДУ БЖД), доктор технічних наук, професор <b>АЗЮКОВСЬКИЙ Олександр</b> – ректор Національного технічного університету "Дніпровська політехніка" (НТУ «ДП»), кандидат технічних наук, професор.
<b>Заступник голови:</b>	<b>ДАШКОВСЬКА Олена</b> – старший науковий співробітник відділу науково-методичного забезпечення підвищення якості освіти, Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти» МОН України, кандидат хімічних наук, доцент; <b>МАТВІЙЧУК Дмитро</b> – головний редактор ТОВ «Редакція журналу «Охорона праці»; <b>МЕНЬШИКОВА Ольга</b> – заступник начальника навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, кандидат фізико-математичних наук, доцент
<b>Члени оргкомітету:</b>	<b>БЕЛКОВ Анатолій</b> – завідувач кафедри безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Дніпродзержинська державна академія будівництва та архітектури», доктор технічних наук, професор; <b>ГОЛНЬКО Василь</b> – завідувач кафедри охорони праці та цивільної безпеки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» (НТУ «ДП»), доктор технічних наук, професор; <b>ГОРНОСТАЙ Орислава</b> – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент; <b>ІЛЬЧИШИН Ярослав</b> – викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУБЖД, кандидат педагогічних наук; <b>КОБИЛКІН Дмитро</b> – голова ради молодих вчених ЛДУ БЖД, кандидат технічних наук, доцент; <b>МАРИЧ Володимир</b> – старший викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент; <b>МІРУС Олександр</b> – завідувач кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУБЖД, кандидат хімічних наук, доцент; <b>НАГУРСЬКИЙ Олег</b> – завідувач кафедри цивільної безпеки, Національний університет «Львівська політехніка», доктор технічних наук, професор; <b>СТАНІСЛАВЧУК Оксана</b> – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент; <b>ТЕЛЕТІНА Галина</b> – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУБЖД, кандидат медичних наук, доцент; <b>ФЕДОРЧУК-МОРОЗ Валентина</b> – завідувач кафедри цивільної безпеки, Луцький національний технічний університет, кандидат технічних наук, доцент; <b>ЧЕБЕРЯЧКО Сергій</b> – професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки, НТУ «ДП», доктор технічних наук, професор; <b>ЯВОРСЬКА Олена</b> – професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки, НТУ «ДП», кандидат технічних наук, доцент; <b>ЯРЕМКО Зіновій</b> – завідувач кафедри безпеки життєдіяльності, Львівський національний університет ім. І.Франка, доктор хімічних наук, професор. РАДА КУРСАНТСЬКОГО ТА СТУДЕНТСЬКОГО САМОВРЯДУВАННЯ ЛДУ БЖД

<p><b>ОРГАНІЗАТОРИ</b></p> <p><b>ВИДАВЕЦЬ</b></p> <p><b>Друк</b></p> <p><b>Технічний редактор та відповідальний за друк</b></p> <p><b>АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:</b></p> <p><b>Контактні телефони:</b></p>	<p>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» Інститут модернізації змісту освіти МОН України Науково-виробничий журнал «Охорона праці» Львівський національний університет імені Івана Франка Національний університет «Львівська політехніка» Луцький національний технічний університет</p> <p>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності</p> <p>Назарій ПЕТРОЛЮК</p> <p>Орислава ГОРНОСТАЙ Оксана СТАНСЛАВЧУК</p> <p>ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007</p> <p>(032) 233-24-79, тел/факс 233-00-88</p>
<p align="center"><b>Охорона праці: освіта і практика. Проблеми та перспективи розвитку охорони праці:</b></p> <p>36. наук. праць IV Всеукраїнської науково-практичної конференції викладачів та фахівців-практиків та XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2024. – 238 с.</p> <p>Збірник сформовано за науковими матеріалами IV Всеукраїнської науково-практичної конференції викладачів та фахівців-практиків «Охорона праці: освіта і практика» та XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктів «Проблеми та перспективи розвитку охорони праці».</p> <p align="center"><b>Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:</b></p> <p><b>Секція 1. „ОХОРОНА ПРАЦІ: ОСВІТА І ПРАКТИКА</b> Перспективи розвитку напряму “Охорона праці” в сфері освіти. Інтерактивні методи навчання при викладанні дисциплін за напрямом «Охорона праці». Формування ризик-орієнтованого мислення у здобувачів освіти та у працівників підприємств системи управління охороною праці. Оцінка ризиків. Практичний досвід з охорони праці на підприємствах.</p> <p><b>Секція 2. „ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ”</b> Стан і перспективи удосконалення системи управління та нагляду за охороною праці і промисловою безпекою. Профілактика виробничого травматизму. Технології контролю і захисту від шкідливих і небезпечних виробничих та екологічних чинників. Забезпечення безпеки і гігієни праці у підрозділах силових та спеціальних структур. Новітні інформаційні технології як інструмент підвищення рівня промислової безпеки. Культура та психологія праці.</p> <p align="right"><b>© ЛДУ БЖД, 2024</b></p>	
<p>Здано в набір 01.05.2024. Підписано до друку 07.05.2024. Формат 60x84<sup>1/3</sup>. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 14,9. Гарнітура Times New Roman. Друк: ЛДУ БЖД вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007. ldubzh.lviv@dns.gov.ua</p>	<p>За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передрукуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.</p>

*Tverdokhliebova N., Yevtushenko N.*

USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE TRAINING OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY SPECIALISTS..... 19

## **ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІН ЗА НАПРЯМОМ «ОХОРОНА ПРАЦІ»**

*Куренін В.М.*

ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ У СУЧАСНОМУ ОСВІТНЬОМУ ПРОСТОРІ..... 20

*Sovhar O.M.*

COMMUNICATION COMPETENCE AS AN INTEGRAL PART OF SOFT SKILLS..... 22

*Чайковська А. Б., Фірман В.М.*

ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕЛЬНОСТІ ДЛЯ НАВЧАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ..... 24

## **ФОРМУВАННЯ РИЗИК – ОРІЄНТОВАНОГО МИСЛЕННЯ У ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ТА У ПРАЦІВНИКІВ ПІДПРИЄМСТВ**

*Третьяков О. В., Халмурадov Б.Д., Доронін Є.В.*

РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ВИРОБНИЧОГО РИЗИКУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА..... 27

## **ГУМАНІТАРНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ СУЧАСНОГО ФАХІВЦЯ**

*Саламін Н. А.*

АНГЛОМОВНІ ТА СОЦІАЛЬНО – КОМУНІКАТИВНІ АСПЕКТИ В ПІДГОТОВЦІ СУЧАСНОГО ФАХІВЦЯ У СФЕРІ ОХОРОНИ ПРАЦІ..... 31

## **СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ. ОЦІНКА РИЗИКІВ**

*Гембара Т. В., Марич В. М.*

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ УПРАВЛІННЯ ПРИПЛИВНО – ВИТЯЖНОЮ СИСТЕМОЮ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗА ВМІСТОМ CO<sub>2</sub> У ПРИМІЩЕННІ..... 34

## СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ. ОЦІНКА РИЗИКІВ

УДК 697.94(075.8)

### ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ УПРАВЛІННЯ ПРИПЛИВНО – ВИТЯЖНОЮ СИСТЕМОЮ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗА ВМІСТОМ CO<sub>2</sub> У ПРИМІЩЕННІ

*Гембара Т. В., к. т. н., доцент,*

*доцент кафедри прикладної математики і механіки*

*Марич В. М., к. т. н., доцент,*

*старший викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці,*

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Для математичного моделювання вмісту вуглекислого газу у приміщенні [1-3] з припливно-витяжною вентиляційною системою використали метод усереднених параметрів мікроклімату у будь-якій точці приміщення. Такий метод поширений в інженерній практиці і зручний при використанні розрахунків для програмного управління системою. Дослідили припливно - витяжну систему обмінної вентиляції в приміщенні 20м×10м висотою 3м, де виконують офісну роботу 25 працівників, з початковим вмістом CO<sub>2</sub> 0,02 %. Кожен працівник, наприклад офісу, при основній роботі за комп'ютером видихає 24 літри CO<sub>2</sub> за годину (0, 0004 м<sup>3</sup> за хвилину) [4]. Приймаючи, що  $C=C(t)$  – концентрація CO<sub>2</sub> в 1 м<sup>3</sup> повітря в приміщенні в момент часу  $t$ , склали рівняння балансу, яке включає приплив CO<sub>2</sub> та його втрати за рахунок роботи вентиляційної системи за проміжок часу  $dt$ . Вентиляційна система постачає по припливному каналу з зовнішнього середовища 30 м<sup>3</sup> чистого повітря з вмістом 0, 02 % CO<sub>2</sub> за хвилину (потужність системи по кожному каналу) і в такому ж об'ємі видаляє по витяжному. Тоді відносний приріст CO<sub>2</sub> протягом часу  $dt$  буде:

$$dC = \frac{nV_1 + V_p C_2 - V_p C}{V} dt \quad (1)$$

де  $n$  – кількість працівників,  $V_1$  - об'єм CO<sub>2</sub>, який видихає працівник на м<sup>3</sup>,  $C_2$  - концентрація CO<sub>2</sub> на м<sup>3</sup> у повітрі, що надходить зовні,  $V_p$  – потужність вентиляційної системи,  $V$  - об'єм приміщення. Обчисливши швидкість зміни концентрації, отримали рівняння:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{nV_1 + V_p C_2 - V_p C}{V} \quad (2)$$

Таке рівняння є лінійним диференціальним рівнянням і підставивши приведені параметри розглянутого дослідження, отримаємо диференціальне рівняння для вказаної системи:

$$\frac{dC}{dt} = 0,000027 + 0,05C, \quad (3)$$

Звівши лінійне рівняння (3) до двох рівнянь з відокремленими змінними, отримали його загальний розв'язок:

$$C(t) = 0,000533 + De^{-0,05t}, \quad (4)$$

де  $D$  – довільна стала. Для отримання частинного розв'язку задачі прийняли початкову умову при  $t=0$  саме таку, щоб значення концентрації співпадало з відповідним значенням зовнішнього середовища, що означало б, наприклад початок робочого дня  $C(0)=0,0002$ .

Підставивши дані початкової умови в (4), знайшли значення  $D$  і в результаті з (4) отримали розрахункову формулу для обчислення концентрації ;

$$C(t) = 0,000533 + -0,00033e^{-0,05t}, \quad (5)$$

а отриманий вираз вказує на вихід системи на стаціонарне значення концентрації з плином часу. Чисельний експеримент показав, що незважаючи на роботу вентиляторів, вміст  $\text{CO}_2$  в приміщенні від умовного початку робочого дня, через 15 хвилин зростає до 0,038%, 30 хв.- до 0,046%, 60 хв. – до 0,052%, 120 хв. – до 0,053% і далі практично не зростає та залишається на одному рівні, що задовільняє санітарним вимогам. Встановили можливість зменшення потужності системи вдвічі, до  $15 \text{ м}^3$  на хвилину за допомогою аналогічного обчислювального алгоритму, використавши рівняння (2) і обчисливши відповідні числові значення для коефіцієнтів рівнянь (3-5). В результаті отримали зростання вмісту  $\text{CO}_2$  через 120 хв. – до 0,083%, а вихід на стаціонарний режим порівняно з попереднім прикладом зріс до 240хв. на рівень 0,087%.

### Список використаних джерел:

1. Babu T. P. Ashok; Sriram G. S.; Vadvadgi. Aneesh S.; and Siddeshwar Ravindra, Air Flow Modeling in a Mechanically Ventilated Room (2008), *International Refrigeration and Air Conditioning Conference*. Paper 971. <http://docs.lib.purdue.edu/iracc/971>
2. M. Macarulla, M. Casals, M. Carnevali, N. Forcada, M. Gangoells, Modeling indoor air carbon dioxide concentration using grey-box models, *Build. Environ.* 117 (2017) 146–153. doi:10.1016/j.buildenv.2017.02.022.
3. Mintser O. P., Shchukin V. S. . Informative evaluations of the value of the  $\text{CO}_2$  ratio in the physiology of breathing. *Medical Informatics and Engineering*, (1-2) (2023), 44–56. <https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2023.1-2.13962/>
4. Вовк Н. Про якість повітря в приміщенні та її вплив на самопочуття людини [Кондиціонування та вентиляція](https://awtherm.com.ua/search/results), 2020-11-25, <https://awtherm.com.ua/search/results>.